

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-228720

(43)Date of publication of application : 15.08.2000

(51)Int.Cl.

H04N 1/387

G06F 12/14

G06T 1/00

G09C 5/00

(21)Application number : 11-228240

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 12.08.1999

(72)Inventor : YASUHOSO KOSUKE
YOSHIURA YUTAKA
KUROSU YUTAKA

(30)Priority

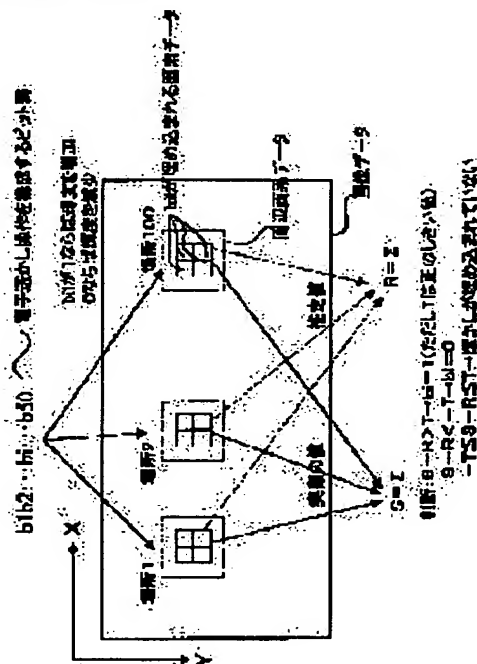
Priority number : 10343120 Priority date : 02.12.1998 Priority country : JP

(54) METHOD FOR DECIDING ELECTRONIC WATERMARK INFORMATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decide embedded information with high precision without incurring increase in the strength of information embedding.

SOLUTION: Embedded electronic watermark information is decided by revising a data value of at least pixel data among a plurality of pixel data of image data. First, a data value of at least one pixel data is estimated by using at least two pixel data placed in the vicinity of the pixel data through interpolation. Then, the estimated data value of the pixel data is compared with an actual data value to detect the amount of revision applied to the pixel data. Then, the electronic watermark information is decided based on the amount of revision.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3630026

[Date of registration]

24.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-228720

(P2000-228720A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 1/387		H 0 4 N 1/387	
G 0 6 F 12/14	3 2 0	G 0 6 F 12/14	3 2 0 E
G 0 6 T 1/00		G 0 9 C 5/00	
G 0 9 C 5/00		G 0 6 F 15/66	B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

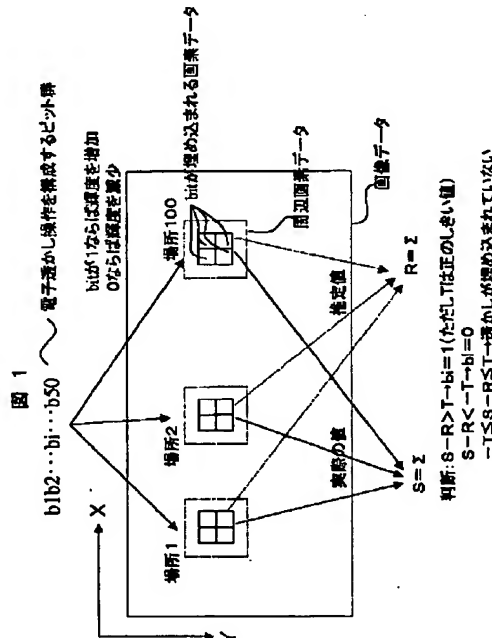
(21) 出願番号	特願平11-228240	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成11年8月12日 (1999.8.12)	(72) 発明者	安細 康介 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内
(31) 優先権主張番号	特願平10-343120	(72) 発明者	吉浦 裕 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内
(32) 優先日	平成10年12月2日 (1998.12.2)	(72) 発明者	黒須 豊 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地 株式会社日立製作所ソフトウェア事業部内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	100075096 弁理士 作田 康夫

(54) 【発明の名称】 電子透かし情報の判定方法

(57) 【要約】

【課題】 情報埋め込みの強度の増加を招くとこなく、埋め込まれた情報を精度よく判定すること。

【解決手段】 画像データより、当該画像データを構成する複数の画素データのうち、少なくとも1つの画素データのデータ値に変更を加えることで埋め込まれた電子透かし情報を判定する。まず、前記少なくとも1つの画素データについて、当該画素データの近傍に位置する少なくとも2つの画素データのデータ値を用いて、補間により、当該画素データのデータ値を推定する。次に、前記少なくとも1つの画素データについて、当該画素データの推定したデータ値と実際のデータ値とを比較することで、当該画素データに加えられた変更量を検出する。それから、当該変更量に基づいて、電子透かし情報を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】デジタルデータを構成する複数の要素データのうち、少なくとも1つの要素データについて、データ値の変更により埋め込まれる電子透かし情報を判定する、電子透かし情報の判定方法であって、

当該判定対象となる要素データの近傍に位置する少なくとも2つの近傍要素データのデータ値を用いて、当該判定対象要素データのデータ値を推定する第1のステップと、

前記判定対象要素データについて、前記推定したデータ値と実際のデータ値とを比較することで、当該判定対象要素データに加えられた変更量を検出する第2のステップと、

当該変更量に基づいて、電子透かし情報を判定する第3のステップと、を有することを特徴とする電子透かし情報の判定方法。

【請求項2】請求項1記載の電子透かし情報の判定方法であって、

前記第1のステップは、複数の前記判定対象要素データ各々の前記少なくとも2つの近傍要素データのデータ値を用いて、当該判定対象要素データ各々のデータ値を推定し、

前記第2のステップは、前記推定した複数のデータ値の総和Rと前記判定対象要素データ各々の実際のデータ値の総和Sとを比較することで、前記複数の判定対象要素データに加えられた変更量の総和S-Rを検出し、

前記第3のステップは、前記第2のステップで検出した変更量の総和S-Rを予め定められた閾値Tと比較することで、電子透かし情報を判定することを特徴とする電子透かし情報の判定方法。

【請求項3】請求項1記載の電子透かし情報の判定方法であって、

前記第1のステップは、前記少なくとも2つの近傍要素データのデータ値を複数組用いて、

各組毎に、前記少なくとも2つの近傍要素データのデータ値の分散値を求め、前記分散値が最小となる組に含まれる前記少なくとも2つの近傍要素データを用いて、判定対象要素データのデータ値の推定を行うことを特徴とする電子透かし情報の判定方法。

【請求項4】請求項1ないし3いずれかに記載の電子透かし情報の判定方法であって、

前記デジタルデータは画像データであり、

前記要素データは画素データであることを特徴とする電子透かし情報の判定方法。

【請求項5】請求項1ないし4いずれかに記載の電子透かし情報の判定方法であって、

前記データ値は、画素の輝度データであることを特徴とする電子透かし情報の判定方法。

【請求項6】デジタルデータを構成する複数の要素データのうち、少なくとも1つの要素データについて、データ値の変更により埋め込まれる電子透かし情報を判定する、電子透かし情報判定のためのプログラムが記憶された記憶媒体であって、

当該プログラムは、情報処理装置に、請求項1、2、3、4または5記載の電子透かし情報の判定方法の各ステップを実行させることを特徴とする電子透かし情報判定のためのプログラムが記憶された記憶媒体。

【請求項7】画像データを構成する複数の画素データのうち、少なくとも1つの画素データについて、データ値の変更により埋め込まれる電子透かし情報を判定する電子透かし情報判定装置であって、

当該判定対象となる要素データの近傍に位置する少なくとも2つの近傍要素データのデータ値を用いて、当該判定対象要素データのデータ値を推定する推定手段と、

前記判定対象要素データについて、前記推定したデータ値と実際のデータ値とを比較することで、当該判定対象要素データに加えられた変更量を検出する検出手段と、

当該変更量に基づいて、電子透かし情報を判定する判定手段と、を備えることを特徴とする電子透かし情報判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタルデータ、特に画像データに対する電子透かし技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、画像データなどのデジタルデータに対する著作権保護の観点から、電子透かし技術が注目されつつある。電子透かし技術とは、所定の規則にしたがい、デジタルデータに、所定の情報を、少なくとも前記所定の規則を用いることなく当該所定の情報を当該デジタルデータから抽出できないように埋め込む技術である。たとえば、所定の規則にしたがい、画像データの購入者などに関する情報を当該画像データ自体に目に見えない形態で埋め込んでおき、不正コピーされた場合に、前記所定の規則にしたがって、不正コピーされたデータから埋め込まれた情報を抽出することで、不正コピーを行った者（すなわち購入者）を特定する。

【0003】図11は、従来の電子透かし技術による画像データへの情報埋め込み・抽出処理の原理を説明するための図である。

【0004】図示するように、情報の埋め込み処理に際しては、埋め込みたい情報を構成するビット $b_1 \sim b_5$ のうちビット b_i ($1 \leq i \leq 50$)について、画像データの予め定められた位置にある画素データの輝度を、当該ビットが1ならばだけ増加させ、0ならばだけ減少させるように変更する。この処理を埋め込む位置をかえながらビット $b_1 \sim b_5$ の全てに対して行うことにより、画像データに情報を埋め込む。

【0005】一方、このようにして情報が埋め込まれた当該画像データは、拡大、縮小、圧縮、伸張、複写な

10

20

30

40

50

ど、様々な画像処理が施されてデータ値が変更されている可能性がある。そのため埋め込まれた情報の抽出処理に際しては、埋め込まれた情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ のうちビット b_i ($1 \leq i \leq 50$) について、画像データの前記予め定められた位置にある画素データの輝度の総和 S と、前記予め定められた位置の隣にある画素データの輝度の総和 R (Reference Value) とを検出し、 $S - R > T$ (T はしきい値であって、要求されるビット誤り率により異なるが、たとえば、 $T \geq U \times (b_i$ を埋め込んだ画素データ数) とする) であれば $b_i = 1$ と判断し、 $S - R < -T$ であれば $b_i = 0$ と判断し、そして、 $-T \leq S - R \leq T$ であれば、前記予め定められた位置にある画素データに情報は埋め込まれていないと判断する。この処理をビット $b_1 \sim b_{50}$ の全てに対して行うことにより、画像データに埋め込まれた情報を抽出する。

【0006】電子透かしの抽出技術に関しては、小林誠士、上條浩一、清水周一：“近傍ピクセルの性質を用いたデータハイディング-近傍ピクセルの統計的性質-”、情報処理学会第56回(1998年)全国大会論文集3-37~38ページに詳しく述べられている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の電子透かし技術による情報の抽出処理は、抽出すべきビット b_i が埋め込まれていると考えられる画素データの輝度の総和 S が、それぞれ当該複数の画素データ各々に隣接する画素データの輝度の総和 R に対して、統計的に有為の大きさを持っているか否かに基づいて、当該ビット b_i が1か0かを判断している。そして、統計的に有為の大きさを持っていない場合は、情報(ビット b_i) が埋め込まれていないと判断している。

【0008】ところで、画像データは、画像自体の輝度の凹凸(例えば輪郭部分)により、隣接する画素データ間において顕著な輝度差が生じる場合もある。このため、情報が埋め込まれていない場合であっても、上記の $S - R$ が T より大きくなったり、あるいは $-T$ より小さくなったりすることが考えられる。この場合、本来、情報が埋め込まれていないにもかかわらず、埋め込まれたものと誤検出してしまう。

【0009】また逆に、情報が埋め込まれた場合であっても、上記 $S - R$ が $-T \leq S - R \leq T$ となったりすることが考えられる。この場合、本来、情報を埋め込んだにも関わらず、埋め込まれていないものとして誤検出してしまう。

【0010】このような誤検出をなくすためには、情報埋め込みの強度 U を大きくし、情報抽出の際に用いる判定基準(しきい値) T を大きくしてやればよい。しかしながら、このようにすると画質に与える影響が大きくなる。

【0011】埋め込み強度を式で表すと、 $U = \Delta \times \sqrt{$

(V/N) となる。ここで、 V は $S - R$ の分散、 N は各ビット毎の画素データ数、 Δ は必要とされる検出精度に依存した定数である。この式より、具体的には、画像自体の輝度の凹凸により生ずる $S - R$ の変動(分散 V) が n 倍になった場合、同じ誤検出の確率を保つには、情報埋め込みの強度 U をルート n 倍としなければならない。逆に、 $S - R$ の変動(分散 V) が小さくなれば、埋め込み量 U を抑えても、同じ検出精度を保つ事が出来る。

【0012】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、情報埋め込みの強度の増加を招くことなく、埋め込まれた情報を精度よく判定、抽出することが可能な電子透かし技術を提供することにある。

【0013】本発明の他の目的は、画質への影響を少なくしつつ、具体的には、画質劣化を抑えつつ、埋め込まれた情報を精度よく判定、抽出することが可能な情報埋め込み技術を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、デジタルデータを構成する複数の要素データのうち、少なくとも1つの要素データについて、データ値の変更により埋め込まれる電子透かし情報を判定する、電子透かし情報の判定方法であって、当該判定対象となる要素データの近傍に位置する少なくとも2つの近傍要素データのデータ値を用いて、当該判定対象要素データのデータ値を推定する第1のステップと、前記判定対象要素データについて、前記推定したデータ値と実際のデータ値とを比較することで、当該判定対象要素データに加えられた変更量を検出する第2のステップと、当該変更量に基づいて、電子透かし情報を判定する第3のステップと、を有することを特徴とする。

【0015】ここで、要素データとは、たとえばデジタルデータが画像データである場合、画素データに当たる。また、この場合、データ値とは、たとえば輝度データに当たる。

【0016】なお、前記第3のステップは、たとえば、前記第2のステップで検出した変更量を予め定められた閾値と比較することで、電子透かし情報を判定すればよい。

【0017】近年、画像データなどのデジタルデータの補間技術、すなわちデジタルデータを構成する要素データが欠落している場合に、当該欠落要素データを、周辺要素データから推定する技術の向上が目覚ましい。本発明では、情報が埋め込まれていると考えられる少なくとも1つの要素データの近傍に位置する少なくとも2つの要素データを用いて、前記少なくとも1つの要素データのデータ値を推定している。そして、推定したデータ値をReference Valueとして、前記少なくとも1つの要素データの実際のデータ値と比較することで、情報埋め込みを判定する。すなわち情報が埋め込まれたかどうかの

10

20

30

40

50

判定と、埋め込まれていた場合にはその値の判定を行なう。

【0018】このようにすることで、前記推定したデータ値は、前記少なくとも1つの要素データの情報が埋め込まれる前のデータ値と略等しくなるので、上記従来技術に比べ、判定を精度よく行なうことが可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】まず、本発明の1実施形態が適用された電子透かし情報判定装置の具体的な説明に先立ち、本実施形態における画像データへの情報埋め込み・判定処理の原理を説明する。

【0020】図1は、本発明の1実施形態における画像データへの情報埋め込み・判定処理の原理を説明するための図である。

【0021】図示するように、情報の埋め込み処理に際しては、埋め込みたい情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ のうちビット b_i ($1 \leq i \leq 50$)について、画像データの予め定められた場所1~100に各々位置する 2×2 の画素データの輝度を、当該ビット b_i が1ならばUだけ増加させ、0ならばUだけ減少させるように変更する。この処理を埋め込む場所を変えながらビット $b_1 \sim b_{50}$ の全てに対して行うことにより、画像データにビット $b_1 \sim b_{50}$ の情報を埋め込む。

【0022】一方、このようにして埋め込まれた情報の判定処理に際しては、ビット $b_1 \sim b_{50}$ のうち、ビット b_i ($1 \leq i \leq 50$)について、画像データの予め定められた場所1~100に各々位置する 2×2 の画素データの輝度値を読み出し、読み出した輝度値の総和（この場合、 $2 \times 2 \times 100 = 400$ 画素分の総和となる）Sを求める。次に、画像データの予め定められた場所1~100に各々位置する 2×2 の画素データについて、当該 2×2 の画素データの近傍に位置する少なくとも2つの画素データ（以下、周辺画素データとも称する）より、補間技術を用いて、当該 2×2 の画素データ各々の輝度値を推定する。そして、推定した輝度値の総和（この場合、 $2 \times 2 \times 100 = 400$ 画素分の総和となる）Rを求める。それから、総和Sと総和Rの差分を求め、 $S - R > T$ （ここで、Tは要求されるビット誤り率により異なるが、たとえば、 $T \geq U \times (b_i \text{を埋め込んだ画素データ数すなわち} 400)$ とする）であれば $b_i = 1$ と判断し、 $S - R < -T$ であれば $b_i = 0$ と判断し、そして、 $-T \leq S - R \leq T$ であれば、前記予め定められた場所1~100に各々位置する 2×2 の画素データにビット b_i の情報は埋め込まれていないと判断する。この処理を $b_1 \sim b_{50}$ の全てに対して行うことにより、画像データに対するビット $b_1 \sim b_{50}$ の情報埋め込みを判定する。

【0023】上記の補間技術として、たとえば、ニアレスト・ネイバー法、バイ・リニア法、バイ・キュービック法などが考えられる。ニアレスト・ネイバー法は、補

間対象画素にもっとも近い場所にある画素の輝度値を採用する方法である。バイ・リニア法は、補間対象画素のまわりの4点を用いて1次近似で輝度値を決める方法である。バイ・キュービック法は、補間対象画素のまわりの16点を用いて3次元の近似補間を行い輝度値を決める方法である。

【0024】当該 2×2 の画素データ各々の輝度値を推定する際に、図12に示すように周辺画素データを通る、縦横斜め方向など（方向数は制限されない）の中で輝度変動が最小の方向を選び、その方向に沿った補間を行うことで、より正確に補間することが出来る。

【0025】次に、上記の電子透かし情報判定処理を行う電子透かし情報判定装置について説明する。図2は、本発明の1実施形態が適用された電子透かし情報判定装置の機能構成図である。

【0026】図示するように、本実施形態の電子透かし情報判定装置は、処理部501と記憶部507とでなる。

【0027】処理部501は、電子透かし情報の判定対象となる画像データや当該画像データに対して電子透かし情報の入出力を担う入出力部502と、電子透かし情報判定装置の各部を統括的に制御する制御部503と、輝度値読出し部504と、輝度値推定部505と、情報抽出部506とを有する。

【0028】記憶部507は、入出力部502を介して入力された、電子透かし情報を判定する画像データを保持する情報挿入画像保持部508と、入出力部502を介して受け付けた、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々について、当該ビットの埋め込み場所となる画像データ上の複数の場所を特定する情報を保持する情報挿入位置保持部509と、読出し輝度保持部510と、推定輝度保持部511と、抽出情報保持部512とを有する。

【0029】輝度読出し部504は、情報挿入画像保持部508に保持されている画像データに対して、情報挿入位置保持部509に保持されている情報に従い、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ の各ビット毎に、当該ビットが埋め込まれていると考えられる複数の場所に各々位置する 2×2 の画素データの輝度値を読み出し、その総和（この場合、1ビットにつき、 $2 \times 2 \times 100 = 400$ 画素分の総和となる）Sを求める。そして、ビット $b_1 \sim b_{50}$ の各ビット毎に求めた総和Sを読出し輝度保持部510に保持させる。

【0030】輝度値推定部505は、情報挿入画像保持部508に保持されている画像データに対して、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ の各ビット毎に、情報挿入位置保持部509に保持されている情報により特定される当該ビットが埋め込まれていると考えられる複数の場所に各々位置する 2×2 の画素データの近傍にある少なくとも2つの周辺画素データの輝度値を読み出

す。そして、当該少なくとも2つの周辺画素データの輝度値より、補間技術を用いて、対応する 2×2 の画素データの輝度値を推定し、その総和(この場合、1ビットにつき、 $2 \times 2 \times 100 = 400$ 画素分の総和となる) R を求める。それから、ビット $b_1 \sim b_{10}$ の各ビット毎に求めた総和 R を、推定輝度保持部511に保持させる。

【0031】情報抽出部506は、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{10}$ の各ビット毎に、読出し輝度保持部510に保持された総和 S と推定輝度保持部511に保持された総和 R との差分 $S - R$ を求め、当該差分を予め定められた閾値 T と比較することで、対応するビットのビット値を判定する。具体的には、ビット b_i について、 $S - R > T$ であれば $b_i = 1$ と判断し、 $S - R < -T$ であれば $b_i = 0$ と判断し、そして、 $-T \leq S - R \leq T$ であれば、ビット b_i は埋め込まれていないと判断する。

【0032】なお、本実施例においては、電子透かし情報を構成するビット数は50であり、各ビットの埋め込み場所は 2×2 の画素データ領域であって、各埋め込み領域の位置、数は既知であると仮定している。これらの情報は、当該電子透かし情報を埋め込む者より予め通知されていてもよい。

【0033】次に、本実施形態が適用された電子透かし情報判定装置のハードウェア構成について説明する。図3は、図2に示す電子透かし情報判定装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【0034】図示するように、本実施形態の電子透かし情報判定装置は、CPU601と、メモリ602と、ハードディスク装置などの外部記憶装置603やその他の外部記憶装置604と、キーボードなどの入力装置605と、ディスプレイなどの出力装置606と、外部記憶装置や入出力装置とのインターフェース607とを備えた、一般的な構成を有する情報処理装置上に構築することができる。ここで、図2に示す処理部501の各部分は、CPU601がメモリ602上にロードされたプログラムを実行することで、情報処理装置上に具現化されるプロセスとして実現される。また、この場合、メモリ602や外部記憶装置603、604が図2に示す記憶部507として使用される。

【0035】上述した、CPU601により実行されることで情報処理装置上に本実施形態の電子透かし情報判定装置を具現化するためのプログラムは、予め外部記憶装置603に記憶され、必要に応じてメモリ602上にロードされ、CPU601により実行される。あるいは、可搬性の記憶媒体608、たとえばCD-ROMを扱う外部記憶装置604を介して、必要に応じて、可搬性の記憶媒体608からメモリ602上にロードされ、CPU601により実行される。もしくは、一旦、外部記憶装置604を介して、可搬性の記憶媒体608から

外部記憶装置603にインストールされた後、必要に応じて、外部記憶装置603からメモリ602上にロードされ、CPU601により実行される。

【0036】次に、本実施形態が適用された電子透かし情報判定装置の動作について説明する。

【0037】まず、制御部503は、入出力部502と協調して、電子透かし情報を判定する画像データを情報挿入画像保持部508に保持させる。また、制御部503は、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{10}$ 各々について、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている画像データ上の場所(図1に示す例では、各ビットにつき100箇所ある)を特定する情報を予め情報挿入位置保持部509に保持させているものとする。

【0038】図4は、情報挿入位置保持部509に保持される、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{10}$ 各々の埋め込み場所を特定するため情報が格納されたテーブルの一例を示している。ここでは、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{10}$ の各ビットにつき、当該ビットの埋め込み場所1~100を、その場所に位置する画素データのXおよびY座標値(図1参照)により特定するようにしている。なお、本実施形態では、図1に示すように、場所1~100の各々につき、当該場所に位置する 2×2 の画素データが情報の埋め込み場所となっているので、図4に示すXおよびY座標で特定される画素データを、この 2×2 の画素データのいずれか1つに設定すればよい。ここでは、 2×2 の画素データの左上に位置する画素データに設定しているものとする。

【0039】なお、ビット $b_1 \sim b_{10}$ 各々について、当該ビットの、画像データ上の埋め込み場所を特定する情報は、たとえば図3において、予め外部記憶装置603や604に記憶させておくようにすればよい。また、当該画像データは、外部記憶装置604を介して可搬性を有する記憶媒体から提供されるようにしてもよいし、あるいは、図示していない通信インターフェースを介して、通信回線より提供されるようにしてもよい。

【0040】次に、電子透かし情報判定装置は、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{10}$ 各々について、当該ビットの埋め込み場所にある複数の画素データの実際の輝度値の総和 $S_1 \sim S_{10}$ を求める。

【0041】図5は、図2に示す電子透かし情報判定装置において、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{10}$ 各々について、当該ビットの情報埋め込み場所となる複数の画素データの実際の輝度値の総和 $S_1 \sim S_{10}$ を求める際の動作を説明するためのフロー図である。

【0042】まず、制御部503は、輝度抽出対象となるビット b_i を特定する i を1に設定し(ステップS1001)、その後、ビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの抽出輝度値の総和 S_i を0に設定する(ステップS1002)。それから、ビット b_i の情報の埋め込み場所を特定する j ($1 \leq j \leq 100$)

を1に設定する(ステップS1003)。

【0043】次に、輝度値読出し部504は、情報挿入位置保持部509からビット b_i と場所 j に対応する画素データ $P(i, j)$ の座標 (k, l) を読み出し(図4参照)、情報挿入画像保持部508に保持されている画像データから座標 (k, l) にある画素データ $P(i, j)$ の輝度値 $I(k, l)$ を読み出し、これをビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの抽出輝度値の総和 S_i に加える(ステップS1004)。次に、 $P(i, j)$ の右隣り位置 $(k+1, l)$ にある画素データの輝度値 $I(k+1, l)$ を読み出し、これをビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの抽出輝度値の総和 S_i に加える(ステップS1005)。次に、 $P(i, j)$ の真下位置 $(k, l+1)$ にある画素データの輝度値 $I(k, l+1)$ を読み出し、これをビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの抽出輝度値の総和 S_i に加える(ステップS1006)。そして、 $P(i, j)$ の右下位置 $(k+1, l+1)$ にある画素データの輝度値 $I(k+1, l+1)$ を読み出し、これをビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの抽出輝度値の総和 S_i に加える(ステップS1007)。このステップS1004～S1007での処理により、場所 j に位置するビット b_i の情報の埋め込み場所となっている 2×2 の画素データ全ての実際の輝度値が読み出され、その値が総和 S_i に加算されたことになる。

【0044】次に、制御部503は、 j の値をインクリメントし(ステップS1008)、 j の値が100になるまで上記ステップS1004～S1008の処理を繰り返す(ステップS1009)。これにより、ビット b_i について、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている場所1～100に各々位置する 2×2 の画素データの実際の輝度値が全て読み出され、その総和 S_i が算出されたことになる。

【0045】次に、輝度値読出し部504は、算出された総和 S_i をビット b_i に対応付けて読出し輝度保持部510に記憶させる。その後、制御部503は、 i の値をインクリメントし(ステップS1010)、 i の値が50になるまで上記ステップS1002～S1010の処理を繰り返す(ステップS1011)。これにより、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々について、図6に示すように、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている複数の画素データの実際の輝度値の総和 $S_1 \sim S_{50}$ が求められたことになる。

【0046】次に、電子透かし情報判定装置は、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々について、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている複数の画素データ各々の近傍に位置する少なくとも2つの周辺画素データから当該画素データの輝度値を推定し、その総和 $R_1 \sim R_{50}$ を求める。

【0047】図7は、図2に示す電子透かし情報判定装置において、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$

各々について、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている複数の画素データ各々の近傍に位置する少なくとも2つの周辺画素データから当該画素データの輝度値を推定し、その総和 $R_1 \sim R_{50}$ を求める際の動作を説明するためのフロー図である。

【0048】まず、制御部503は、輝度推定対象となるビット b_i を特定する i を1に設定し(ステップS2001)、その後、ビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの推定輝度値の総和 R_i を0に設定する(ステップS2002)。それから、ビット b_i の情報の埋め込み場所を特定する j ($1 \leq j \leq 100$)を1に設定する(ステップS2003)。

【0049】次に、輝度値推定部505は、情報挿入位置保持部509からビット b_i と場所 j に対応する画素データ $P(i, j)$ の座標 (k, l) を読み出し(図4参照)、当該位置を左上とする 2×2 の画素データの近傍に位置する少なくとも2つの周辺画素データの輝度値(たとえば、前記 2×2 の画素データに隣接する位置にある8つの画素データの輝度値 $I(k, l-1)$ 、 $I(k+1, l-1)$ 、 $I(k-1, l)$ 、 $I(k-1, l+1)$ 、 $I(k, l+2)$ 、 $I(k+1, l+2)$ 、 $I(k+2, l)$ 、 $I(k+2, l+1)$)を、情報挿入画像保持部508に保持されている画像データから読み出す(ステップS2004)。

【0050】次に、輝度値推定部505は、前記少なくとも2つの周辺画素データ各々の画素位置と輝度値とから、補間技術を用いて、画素データ $P(i, j)$ の輝度値を推定する。たとえば、画素データ $P(i, j)$ の上下左右にある周辺画素データの輝度値、すなわち、 $I(k, l-1)$ 、 $I(k, l+2)$ 、 $I(k-1, l)$ 、 $I(k+2, l)$ の4つの画素データの輝度値を用いて、バイリニア法により、座標 (k, l) にある画素データ $P(i, j)$ の輝度値 $I(k, l)$ を推定する。そして、推定した輝度値を、ビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの推定輝度値の総和 R_i に加える(ステップS2005)。次に、同様にして、 $P(i, j)$ の右隣り位置 $(k+1, l)$ にある画素データの輝度値 $I(k+1, l)$ を推定し、これをビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの推定輝度値の総和 R_i に加える(ステップS2006)。次に、同様にして、 $P(i, j)$ の真下位置 $(k, l+1)$ にある画素データの輝度値 $I(k, l+1)$ を推定し、これをビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの推定輝度値の総和 R_i に加える(ステップS2007)。そして、同様にして、 $P(i, j)$ の右下位置 $(k+1, l+1)$ にある画素データの輝度値 $I(k+1, l+1)$ を推定し、これをビット b_i の情報の埋め込み場所となっている画素データの推定輝度値の総和 R_i に加える(ステップS2008)。このステップS2005～S2008での処理により、場所 j に位置するビット b_i の情報の埋め込み場所となっている 2×2 の画素データ全ての輝度値が推定され、その値が総和 R_i に加算されたことになる。

【0051】次に、制御部503は、 j の値をインクリメントし（ステップS2010）、 j の値が100になるまで上記ステップS2005～S2009の処理を繰り返す（ステップS2010）。これにより、ビット b_i について、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている場所1～100に各々位置する 2×2 の画素データの輝度値が全て推定され、その総和 R_i が算出されたことになる。

【0052】次に、輝度値推定部505は、算出された総和 R_i をビット b_i に対応付けて推定輝度保持部511に記憶させる。その後、制御部503は、 i の値をインクリメントし（ステップS2011）、 i の値が50になるまで上記ステップS2002～S2011の処理を繰り返す（ステップS2012）。これにより、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々について、図8に示すように、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている複数の画素データの推定輝度値の総和 $R_1 \sim R_{50}$ が求められたことになる。

【0053】次に、電子透かし情報判定装置は、図5に示すフローにより求めた画素データの抽出輝度値の総和 $S_1 \sim S_{50}$ と、図7に示すフローにより求めた画素データの推定輝度値の総和 $R_1 \sim R_{50}$ とを比較し、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々のビット値を判定する。

【0054】図9は、図5に示すフローにより求めた画素データの抽出輝度値の総和 $S_1 \sim S_{50}$ と図7に示すフローにより求めた画素データの推定輝度値の総和 $R_1 \sim R_{50}$ とを比較して、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々のビット値を判定する際の動作を説明するためのフロー図である。

【0055】まず、制御部503は、ビット値の判定対象となるビット b_i を特定する i を1に設定する（ステップS3001）。次に、情報抽出部506は、ビット b_i に対応する実際の輝度値の総和 S_i と推定輝度値の総和 R_i を、それぞれ読出し輝度保持部510と推定輝度保持部511から読み出す（ステップS3002）。

【0056】次に、情報抽出部506は、読み出した S_i と R_i との差分 $S_i - R_i$ が、予め定められた閾値 T より大きいかな否かを判定する（ステップS3003）。大きい場合は、ビット b_i のビット値は1であると判定し、その結果を抽出情報保持部512に保持させる（ステップS3004）。一方、小さい場合は、差分 $S_i - R_i$ が $-T$ より小さいかな否かを判定する（ステップS3005）。小さい場合は、ビット b_i のビット値は0であると判定し、その結果を抽出情報保持部512に保持させる（ステップS3006）。

【0057】上記のステップS3003、3005のいずれにおいてもNOの場合、すなわち、 $-T \leq S_i - R_i \leq T$ の場合は、ビット b_i の情報が記憶されていないものと判定し、その結果を抽出情報保持部512に保持さ

せる（ステップS3007）。

【0058】次に、制御部503は、 i を1つインクリメントし（ステップS3008）、 i が1から50になるまで、上記のステップS3002～ステップS3008の処理を繰り返す（ステップS3009）。これにより、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 全ての判定結果が、抽出情報保持部512に保持されることになる。この結果は、入出力部502を介して出力され、ディスプレイなどの出力装置に出力される。

【0059】以上、本発明の1実施形態について説明した。

【0060】本実施形態によれば、電子透かし情報が埋め込まれていると考えられる画素データの実際の輝度値と、近年の技術向上が目覚ましい画像の補間技術を用いて、当該画素データの近傍に位置する少なくとも2つの画素データより推定した、当該画素データの情報が埋め込まれていない状態の輝度値と略等しい当該画素データの輝度値とを比較するようにしている。

【0061】このようにすることで、上記従来の電子透かし技術による情報判定処理に比べ、判定基準（しきい値） T や情報埋め込みの強度 U を大きくしなくても、情報の埋め込みを精度よく判定することが可能となる。

【0062】また、情報埋め込み強度 U を大きくしなくても良いので、画像データの画質劣化を防ぐことが可能になる。

【0063】なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で様々な変形が可能である。

【0064】たとえば、上記の実施形態では、図1に示すように、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々について、当該ビットのビット値を表す情報の埋め込み場所が、予め定められた画像データ上の場所1～100に各々位置する 2×2 の画素データである場合を例に採り説明したが、これに限定されない。図10に示すように、当該場所が、予め定められた画像データ上の場所1～100に各々位置する1つの画素データであってもよい。この場合、図5においてステップS1005～ステップS1007は不要となる。また、図7においてステップS2006～ステップS2008は不要となる。

【0065】また、図9に示す処理フローの変形例として、ステップS3003、3005の前ステップにおいて、 $-T \leq S_i - R_i \leq T$ が真か偽かを判断するようにしてもよい。このようにすることで、まず、情報が埋め込まれているかどうかを判断することも可能になる。

【0066】また、電子透かし情報を構成するビットの数や、各ビットを埋め込む画像データ領域の大きさや、当該埋め込み領域の位置、数も、当然のことながら上記の実施形態に限定されるものではない。

【0067】また、電子透かし情報を構成するビットの

数や、各ビットを埋め込む画像データ領域の大きさや、当該埋め込み領域の位置、数も既知であると仮定しているが、これに限定されるものではない。当該画像データの各画素について、図9に示す処理フローや、その変形例を適用することで、情報埋め込み場所を探すことも可能になる。他の方法を併用して上記情報埋め込み場所を特定するようにしても良い。

【0068】また、上記の実施形態では、電子透かし情報を構成するビットの情報を画素データの輝度値に変更を加えることで、画像データに埋め込むものについて説明したが、補間技術により推定することができるものであれば、画素データの輝度値以外の特徴値（たとえば色差、YCrCb値、RGB値、CMYK値など）に変更を加えることで、電子透かし情報を構成するビットの情報を画像データに埋め込むようにしてもよい。

【0069】また、上記の実施形態では、画素位置P(i,j)にある画素データの輝度値を推定する補間方法として、バイリニア法を用いる方法を説明したが、少なくとも2つの周辺画素データ各々の画素位置と輝度値とから、画素位置P(i,j)にある画素データの輝度値を推定する技術であるならば、上記の実施形態に限定されるものではない。たとえば、ニアレスト・ネイバー法、バイ・キュービック法を用いるものや、最小分散方向に沿った線形補間を用いるものなどが考えられる。

【0070】上記最小分散方向における線形補間について、図13に示す処理フローを用いて説明する。まず補間対象画素において、複数の異なる方向に沿った、予め定めた領域内の複数の輝度値の変動（分散）を、求める（S4001）。所定方向の分散を求めたら、次の中で輝度変動が最小な方向（最小分散方向という）を求める（S4003）。次に求めた最小分散方向に沿った線形補間を行なう（S4004）。

【0071】具体的な一例を以下に示す。座標(k,l)にある画素データP(i,j)の輝度値をI(k,l)とする。P(i,j)の上下左右にある周辺画素データの輝度値、すなわち、I(k,l-1)、I(k,l+2)、I(k-1,l)、I(k+2,l)を用いて、まず垂直方向の分散値 $V_v = |I(k,l-1) - I(k,l+2)|$ と水平方向の分散値 $V_h = |I(k-1,l) - I(k+2,l)|$ を求める。次に、 V_v と V_h を比較し、分散の小さな方向を求める。求めた方向に沿って線形補間を行なう。 V_v が小さい場合は、 $I_s(k,l) = (2 \times I(k,l-1) + I(k,l+2)) / 3$ を、 V_h が小さい場合は $I_s(k,l) = (2 \times I(k-1,l) + I(k+2,l)) / 3$ を座標(k,l)にある画素データの推定輝度値 $I_s(k,l)$ とする。

【0072】なお、ここでは垂直、水平の2方向の分散値を比較したが、4方向、8方向などなめ方向を含むより多くの方向について求めた分散値を用いることも可能である。また、ここでは2つの周辺画素データから分散値を求めたが、周辺画素データとして用いる領域を拡げ、より多くの周辺画素データから分散値を求めること

も望ましい。

【0073】このようにすることで、情報の埋め込み場所が画像の輪郭部分に相当する場合など、向きによって補間値が大きく異なる場合、当該画素データの輝度値をより正確に推定することが出来る。

【0074】また、本発明は、情報埋め込みの強度を高めずとも、埋め込んだ情報の判定精度を上げることができるので、情報の埋め込み強度を決定する方法として用いることができる。

10 【0075】たとえば、画像データへ情報を埋め込まない原画像データに対して、情報 b_i の各埋め込み場所にある画素データについて、実際の値の総和 S_i と、周りから推定した値の総和 R_i とを上記各実施例を用いてそれぞれとめ、差分 $S_i - R_i$ を求め、強度Uを決定すればよい。このようにすることで、埋め込んだ情報の判定精度を確保しつつ、情報埋め込みによる画質劣化を防ぐことが可能となる。

20 【0076】さらに、上記の実施形態では、画像データを例にとり説明したが、本発明は、補間技術により、電子透かし情報の埋め込み場所となっている箇所にあるデジタルデータの値を当該デジタルデータの周辺にあるデジタルデータから精度よく推定することができるものであれば、画像データに限らず広く適用できる。

【0077】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、精度よく情報の埋め込みを判定することが可能となる。また、情報の埋め込みによる品質劣化を防ぐことが可能となる

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明の1実施形態における画像データへの情報埋め込み・判定処理の原理を説明するための図である。

【図2】本発明の1実施形態が適用された電子透かし情報判定装置の機能構成図である。

【図3】図2に示す電子透かし情報判定装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

40 【図4】図2に示す情報挿入位置保持部509に保持される、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{30}$ 各々の埋め込み場所を特定するため情報が格納されたテーブルの一例を示す図である。

【図5】図2に示す電子透かし情報判定装置において、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{30}$ 各々について、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている複数の画素データの実際の輝度値の総和 $S_1 \sim S_{30}$ を求める際の動作を説明するためのフロー図である。

【図6】図2に示す読出し輝度保持部510に保持される、ビット $b_1 \sim b_{30}$ の情報の埋め込み場所となっている複数の画素データの実際の輝度値の総和 $S_1 \sim S_{30}$ を示す図である。

50 【図7】図2に示す電子透かし情報判定装置において、

電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 、各々について、当該ビットの情報の埋め込み場所となっている複数の画素データ各々の近傍に位置する少なくとも2つの周辺画素データから当該画素データの輝度値を推定し、その総和 $R_1 \sim R_{50}$ を求める際の動作を説明するためのフロー図である。

【図8】図2に示す推定輝度保持部511に保持される、ビット $b_1 \sim b_{50}$ の情報の埋め込み場所となっている複数の画素データの推定輝度値の総和 $R_1 \sim R_{50}$ を示す図である。

【図9】図5に示すフローにより求めた画素データの抽出輝度値の総和 $S_1 \sim S_{50}$ と図7に示すフローにより求めた画素データの推定輝度値の総和 $R_1 \sim R_{50}$ とを比較して、電子透かし情報を構成するビット $b_1 \sim b_{50}$ 各々のビット値を判定する際の動作を説明するためのフロー図である。

【図10】本発明の1実施形態の変形例における画像データへの情報埋め込み・判定処理の原理を説明するための図である。

*

*【図11】従来の電子透かし技術による画像データへの情報埋め込み・判定処理の原理を説明するための図である。

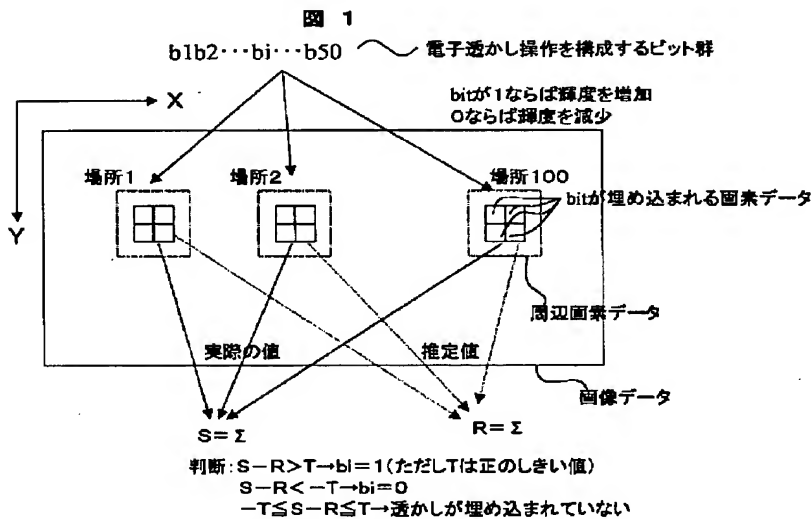
【図12】本発明の1実施形態の一変形例における画像データへの情報埋め込み・判定処理の原理を説明するための図である。

【図13】図12に示す原理に従って補間を行う方向を決定する際の動作を説明するためのフロー図である。

【符号の説明】

- 10 501: 処理部、502: 入出力部、503: 制御部、504: 輝度値読出し部、505: 輝度値推定部、506: 情報抽出部、507: 記憶部、508: 情報挿入画像保持部、509: 情報挿入位置保持部、510: 読出し輝度保持部、511: 推定輝度保持部、512: 抽出情報保持部、601: CPU、602: メモリ、603、604: 外部記憶装置、605: 入力装置、606: 出力装置、607: インターフェース、608: 記憶媒体。

【図1】

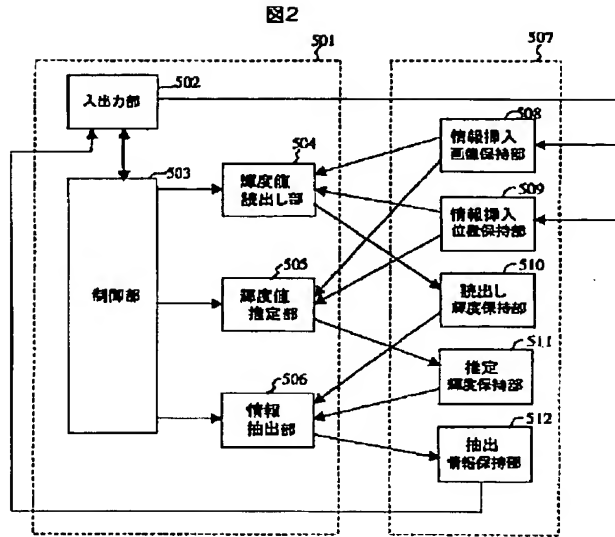


【図6】

図6

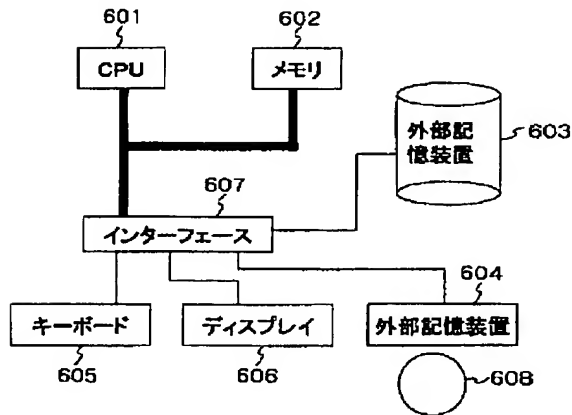
ビット	抽出(実際の)輝度値
b_1	S_1
b_2	S_2
...	...
b_i	S_i
...	...
b_{50}	S_{50}

【図2】



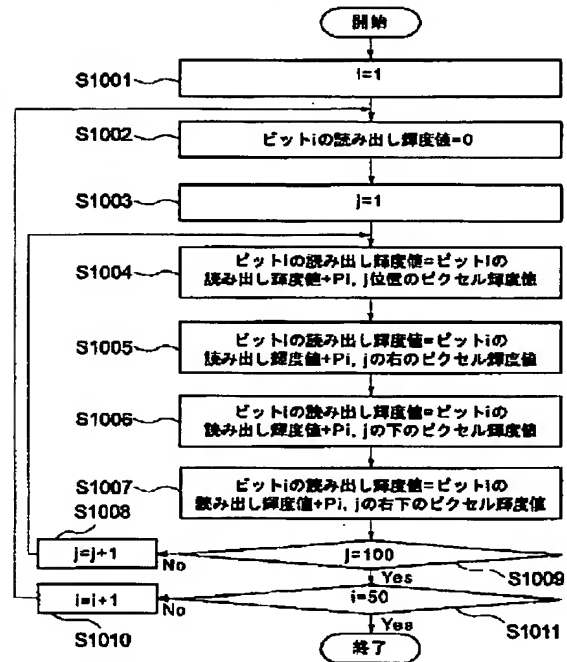
【図3】

図3



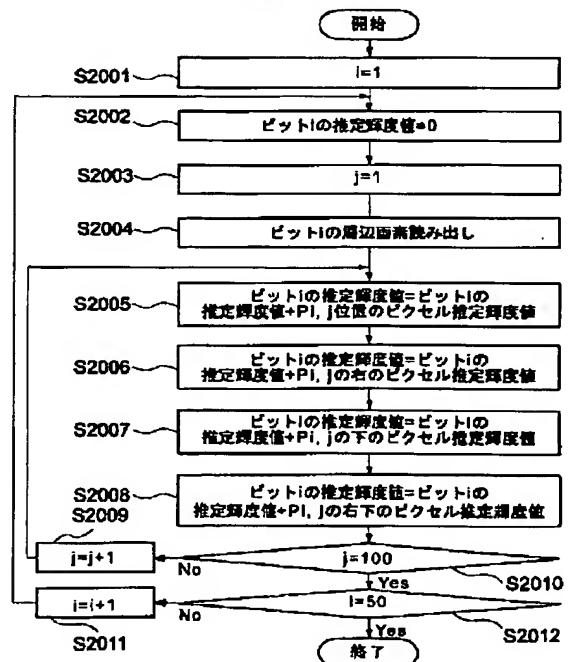
【図5】

図5



【図7】

図7



【図 4】

図 4

位置 ビット	場所1	場所2	...	場所j	...	場所100
b1	P(1,1)	P(1,2)	...	P(1,j)	...	P(1,100)
b2	P(2,1)	P(2,2)	...	P(2,j)	...	P(2,100)
...
bi	P(i,1)	P(i,2)	...	P(i,j)	...	P(i,100)
...
b50	P(50,1)	P(50,2)	...	P(50,j)	...	P(50,100)

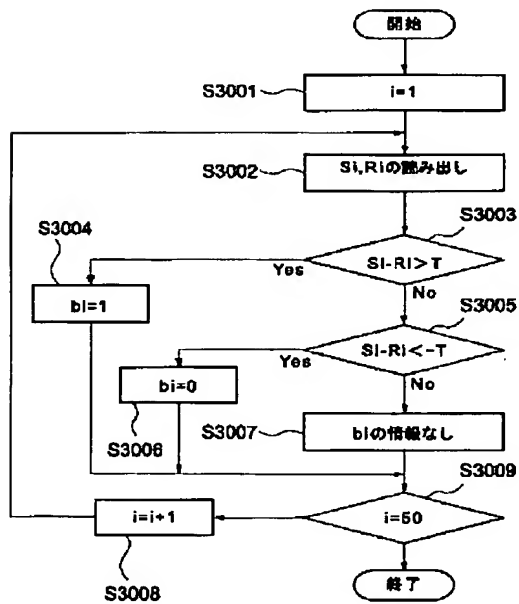
【図 8】

図8

ビット	推定輝度値
1	B1
2	B2
...	...
i	Bi
...	...
50	B50

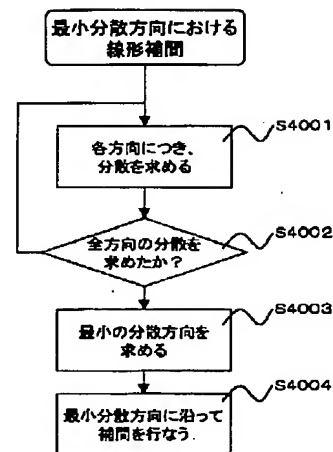
【図 9】

図 9

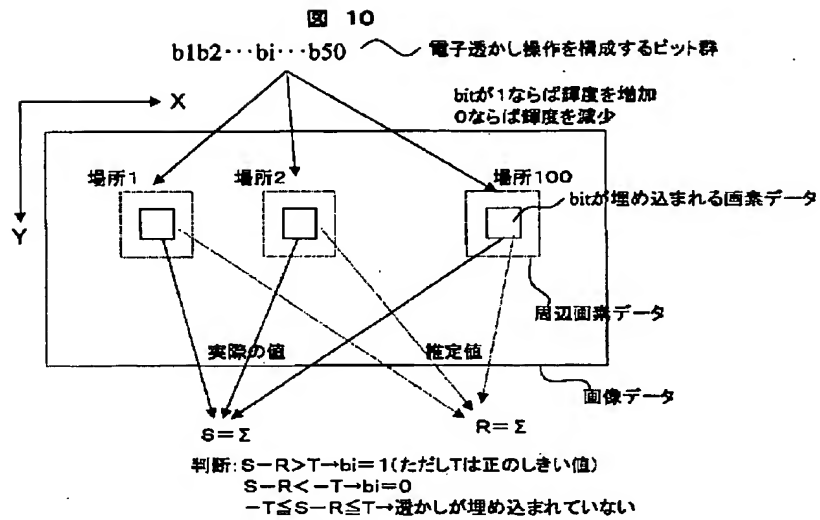


【図 13】

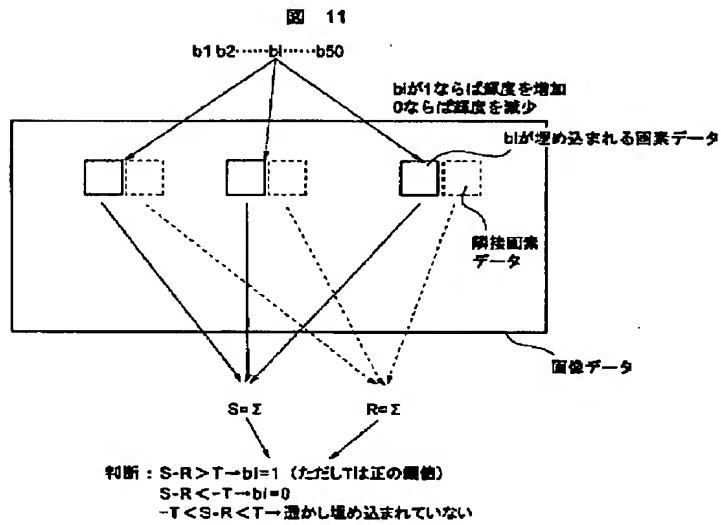
図 13



【図10】



【図11】



【図12】

